

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02050403  
PUBLICATION DATE : 20-02-90

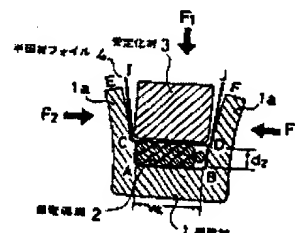
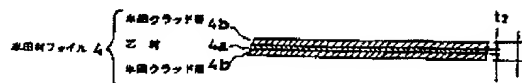
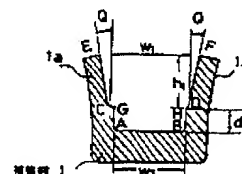
APPLICATION DATE : 12-08-88  
APPLICATION NUMBER : 63201334

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : HAYAKAWA KAZUYOSHI;

INT.CL. : H01F 5/08 H01B 12/10 H01B 13/00

TITLE : METHOD AND APPARATUS FOR  
MANUFACTURING  
SUPERCONDUCTING COIL



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain almost the complete filling of the solder and the complete surface connection by using a clad solder sheet for connection between superconducting wires and a reinforcing material and between the superconducting wires and a stabilizing material and by using the reinforcing material having a stepped ditch.

CONSTITUTION: A group of superconductive wires and a stabilizing material are placed in a ditch of a reinforcing material. After putting a soldering material foil into a space between the materials, the whole body is heated and pressed. For the soldering material foil 4, a core 4a which has a higher melting point than that of the solder and is coated on both faces with the soldering material is used. The reinforcing material has a step between an upper portion and a lower portion, with the width  $w_1$  of the upper ditch in which the stabilizing material 3 is placed larger than the width  $w_2$  of the lower ditch in which the superconducting wires are placed. An opening section of the reinforcing material is opened wide with a side wall section slanted as it goes upward. Also, the depth  $d_1$  of the lower ditch of the reinforcing material is made large than the width  $d_2$  of the superconducting wire. The coil is heated at the melting temperature of the solder and is pressed vertically and laterally from the outside to overflow the excessive melted solder out of the reinforcing and stabilizing materials. By this method, the spaces between the materials and between the conducting wires are filled completely with the solder and a good connection can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-50403

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 F 5/08  
H 01 B 12/10  
13/00

識別記号

ZAA N  
ZAA  
HCU Z

庁内整理番号

6447-5E  
7826-5G  
7364-5G

⑭ 公開 平成2年(1990)2月20日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 超電導コイルの製造方法及び製造装置

⑯ 特 願 昭63-201334

⑰ 出 願 昭63(1988)8月12日

⑱ 発 明 者 寺 田 邦 夫 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内  
⑱ 発 明 者 浜 中 亮 明 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内  
⑱ 発 明 者 早 川 数 良 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内  
⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

超電導コイルの製造方法及び製造装置

2. 特許請求の範囲

(1) 補強材の溝内に、超電導線群と安定化材を設置し、各部材間隙に半田材ファイルを介挿した後加熱、半田溶融及びコイル外周からの押圧により半田付する製造方法において、

半田材ファイルには、半田の融点よりも高い融点を有する芯材の両面に半田材を被覆した部材を用い、補強材の断面形状は上部と下部の間に段差を設け、安定化材の入る上部の溝幅  $w_1$  を超電導線の入る下部の溝幅  $w_2$  よりも大きくし、上部の側壁部を外部に傾斜させて入口が広くなるように開口させ、補強材下部の溝深さ  $d_1$  を超電導線の厚み  $d_2$  よりも大きくするとともに、コイルを半田の溶融温度に加熱した状態でコイル外周から、上下、左右に押圧し、余剰溶融半田を補強材と安定化材の外部へオーバーフローさせ、固化後除去することを

特徴とする超電導コイルの製造方法。

(2) コイルを連続通過させるトンネル型加熱炉と、コイルを上下方向に押圧する上部押圧ローラと支持ローラとコイルを左右方向に押圧する側部押圧ローラと、余剰半田を除去するカッタロールと、コイルの移動装置からなり、上部押圧ローラは前記加熱炉内及び加熱炉後方に設置し、側部押圧ローラは、前記両上部押圧ローラ間に設置し、カッタロールは、上部押圧ローラ及び側部押圧ローラよりも後方に配置したことを特徴とする請求項1に記載した方法の実施に使用する超電導コイルの製造装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は超電導を利用した各種製品(電力貯蔵、MRI、MHDなど)の超電導コイルの製造時に於ける超電導線と補強材及び安定化材との接合技術の改善に関する。

(従来の技術)

第12図に従来の超電導コイルの断面斜視図を示す。図示の如く超電導線1は超電導線

ーラと、コイルを左右方向に押圧する側部押圧ローラと、余剰半田を除去するカッタロールと、コイルの移動装置からなり、上部押圧ローラは前記加熱炉内及び加熱炉後方に設置し、側部押圧ローラは、前記両上部押圧ローラ間に設置し、カッタロールは、上部押圧ローラ及び側部押圧ローラよりも後方に配置したことを特徴とする。

#### 〔作用〕

本発明によれば、

(1) 半田材フィルムには、半田より融点の高い芯材  $\delta$   $a$  が存在するため従来の半田フィルムの如く溶落せずに、両面が半田で濡れた芯材  $\delta$   $a$  が各部材間の全面に押圧により接すると共に余剰溶融半田  $\delta$   $c$  は押圧によりオーバーフローし、かつ溶融半田  $\delta$   $c$  表面の浮上酸化物は接合面外部へ放出される。

(2) 補強材に段差部  $C$   $G$ 、及び  $D$   $H$  部を設けることにより、 $a$ 、超電導線  $2$  の入る溝部の側壁厚さを、安定化材  $3$  の入る溝部の側壁厚さよりも厚くするため左右押圧力  $F$ 、により安定化材  $3$  の入

第 1 図は本発明方法で製造する超電導コイルの断面図を示し、第 2 図～第 11 図にその製造方法及び製造装置を示す。

本発明方法においては、

(1) 半田シート材として第 4 図に示す様に半田の融点よりも高い芯材  $\delta$   $a$  の両面に半田  $\delta$   $b$  をクラッドしたシート材  $\delta$  を用いる。

(2) 補強材  $1$  の断面形状として第 2 図に示す様に  $a$ 、側壁部  $B$   $C$ 、 $F$   $D$  面を外部へ傾斜 ( $\theta > 0$ ) させ、 $b$ 、超電導線  $2$  の入る溝幅  $w_2$  と安定化材の入る溝幅  $w_1$  の関係を  $w_1 > w_2$  とし、段差部  $C$   $G$  及び  $D$   $H$  を設け、 $c$ 、超電導線  $2$  の入る溝深さ  $d_1$  と超電導線の厚み  $d_2$  の関係を  $d_1 > d_2$  とする。

(3) 各部材を第 5 図に示すごとく配設し、半田の溶融温度に連続加熱し、第 6 図に示す如くコイルをトンネル型加熱炉  $5$  内を連続通過させるとともに上下、左右に押圧するためにローラ  $6$   $a$ 、 $6$   $a'$  及びローラ巾が段階的に狭くなるローラ群  $7$   $a$  -  $7$   $a'$ 、 $7$   $b$  -  $7$   $b'$ 、 $7$   $c$  -  $7$   $c'$ 、を通過させ上下

#### 特開平 2-50403 (3)

る側壁部のみが変形すること及び  $b$ 、上下押圧力  $F_1$  を受けた時に  $w_2 > w_1$  で、かつ段差部  $C$   $G$ 、 $D$   $H$  に於て安定化材  $3$  が垂下するのを防止することにより、超電導材の圧縮による変発生を阻止できる。

(3) 溶融半田  $\delta$   $c$  は超電導線  $2$  間隙に圧入されると共に余剰溶融半田  $\delta$   $c$  は、流動しつつ外部へ放出されるため超電導線  $2$  に過度の圧力がかゝらずに上記間隙をは  $\delta$  完全に充填しうる。

(4) 補強材  $1$  を第 5 図に示すように  $B$   $C$ 、 $F$   $D$  面を逆ハの字型に設定することにより、部材挿入が容易であると共に、押圧により溶融半田  $\delta$   $c$  を上方に恰も絞り出すが如く放出できる。

(5) 第 6 図に示すごとく連続的に部材挿入、加熱、半田溶融、余剰溶融半田放出、余剰固化半田除去が可能である為、長尺コイル部材を高遠接合できる。

#### 〔実施例〕

##### (製造方法の実施例)

本発明方法の実施例を第 1 図～第 11 図に示す。

溶融半田  $\delta$   $c$  を外部へオーバーフローさせ、固化後放出された余剰凝固半田  $\delta$  をカッタロール  $9$  で削除する。

(4) 押圧ローラ  $6$  による溶融半田  $\delta$   $c$  の超電導線  $2$  間への浸透及び余剰半田  $\delta$  の絞り出し放出は第 7 図～第 11 図に示すように行う。第 7 図の芯材  $\delta$   $a$  は加熱により両面が半田で濡れた状態で部材間に形状を保ちながら存在する。流下した溶融半田は半田プール  $\delta$   $c$  を形成し、毛細管現象及び自重で超電導線  $2$  間に浸入する。ローラ  $7$  は順次補強材  $1$  の両側上部を押圧して行き、第 8 図、第 9 図、第 10 図のステップを経ることにより、芯材  $\delta$   $a$  は残ったまま余剰半田を外部へ放出する。この際、両面の半田で濡れた芯材  $\delta$   $a$  は部材間の全面と接触し介挿状態で部材全面に接合される。

(5) 第 1 図は第 10 図の余剰半田  $\delta$  をカッタロール  $9$  で仕上げた状況を示し、 $10$  は仕上面を示す。

(6) 前記実施例において補強部材  $1$ 、安定化材  $3$  の半田面接合よりなる面  $3$ 、超電導線  $2$  の両面

素銅 (Oxide Free Copper) 被覆部の外面に予め銀メッキを施すと共に、加熱炉 5 内を不活性ガス ( $N_2$ , Ar など) 雰囲気とすることにより、ペースト材 (半田及び母材の酸化被膜除去及び酸化防止材) を省略することが可能となり、後工程でのペースト残渣除去工程も略することが可能となる。

前記実施例において、半田クラッド材の具体例としては芯材として  $30 \sim 50 \mu m$  の純銅もしくは純 Al 箔を用い、両面に Pb-Sn-Ag 系、Pb-Ag 系、Pb-In 系などの半田が  $30 \sim 100 \mu m$  でクラッドされたものを用いる。

超電導線 2 の素線外径は通常  $1 \phi \sim 3 mm \phi$  程度が用いられるため線間隙は比較的粗大となる。従って、超電導線群の周囲に埋設する半田クラッド層の厚さは  $100 \mu m$  以上とすることが好ましい。又、半田付機構上からこの部分の半田には芯材を省いた半田ファイルを用いても良い。

#### (製造装置の実施例)

本発明装置の実施例を第 6 図に示す。

コイルは、移動装置 (図示省略) によりトンネ

ル型加熱炉内を通過移動する。そして炉内に設置された上部押圧ローラ 6a と支持ローラ 6b により上下に押圧される。しかし、補強材 1 に設けた段差により安定化材 3 が超電導材を圧縮することは防止できる。

次にコイルはローラ幅が段階的に狭くなるローラ群 7a-7a, 7b-7b, 7c-7c により左右に押圧される。そのため余剰溶融半田は外部へオーバフローする。そして固化後、カッターロールで除去される。

#### (発明の効果)

上記したように本発明方法によれば、クラッド半田シートを用い、かつ段差付溝を有する補強部材を用いることにより、

- (1) ほゞ完全な半田充填、面接合が可能となる。
- (2) 超電導線に対する歪発生を低レベルに出来る。

(3) 大型半田浴槽等高価な設備が不要となる。

(4) 生産性が高い。

(5) 長尺コイル材の連続製造が出来る。

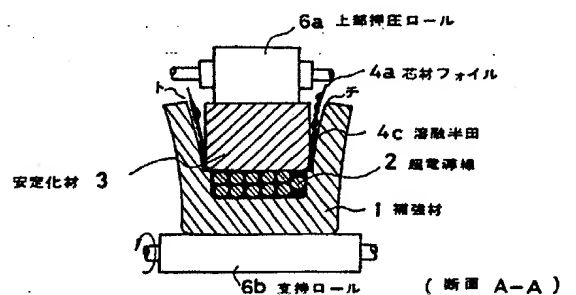
又、本発明装置を用いれば、前記製造方法を円

滑に実施できる。

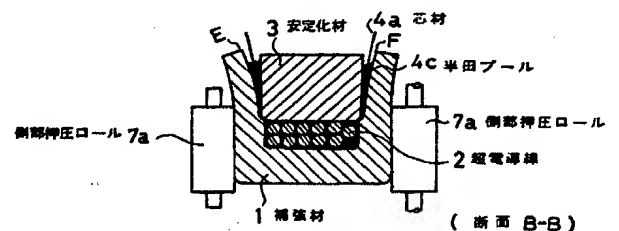
#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明方法で製造する超電導コイルの断面図、第 2 図は本発明に用いる補強部材の加工前の断面形状、第 3 図は本発明に用いる安定化材の断面図、第 4 図は本発明に用いるクラッド半田材ファイルの断面図、第 5 図は本発明における半田施行前の部材設置状況の断面図、第 6 図は本発明方法に使用する製造装置の説明図、第 7 図～第 11 図は本発明におけるクラッド半田材ファイルを用いて加熱押圧する時の各部材間隙の溶融半田の挙動、効果を示す断面図、第 12 図は従来法による超電導コイルの断面図である。

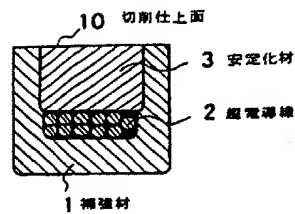
1…補強材、2…超電導線、3…安定化材、4…クラッド半田材ファイル、4a…芯材、4b…半田クラッド層、4c…溶融半田、5…加熱炉、6a, 6a'…上部押圧ローラ、6b…支持ローラ、7a, 7b, 7c…側部押圧ローラ、8…余剰半田、9…カッターロール、10…切削仕上面。



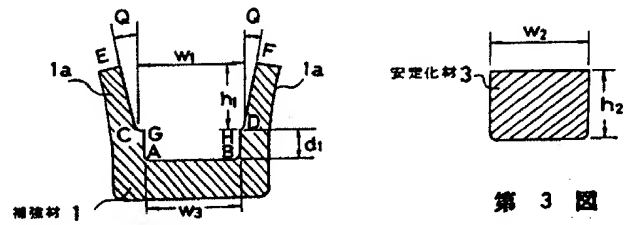
第 7 図



第 8 図

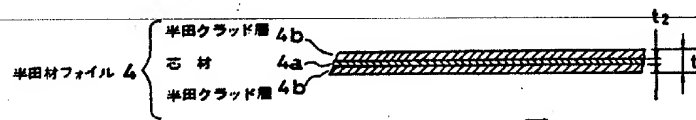


第 1 図

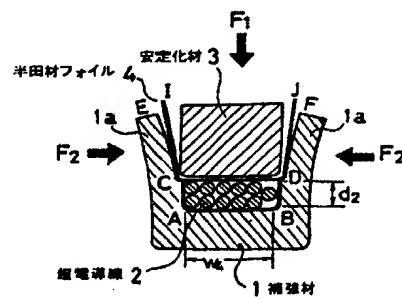


第 2 図

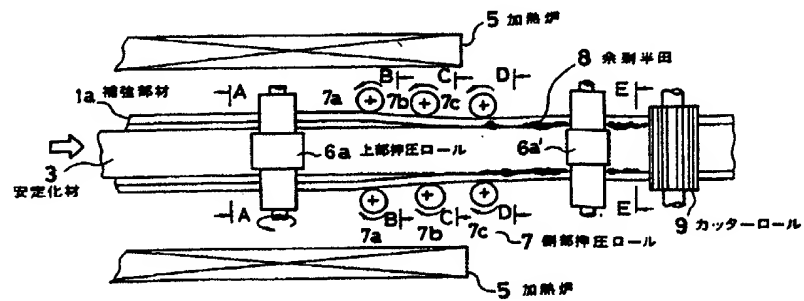
第 3 図



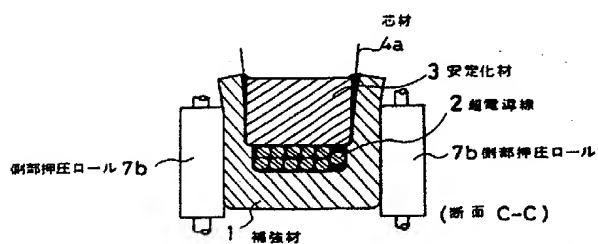
第 4 図



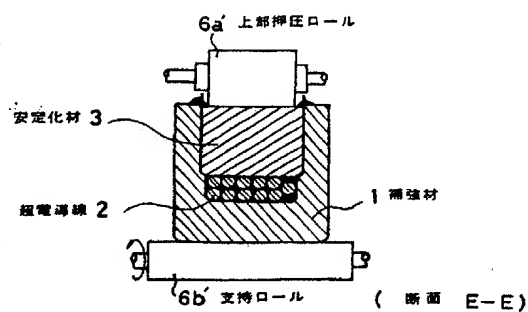
第 5 図



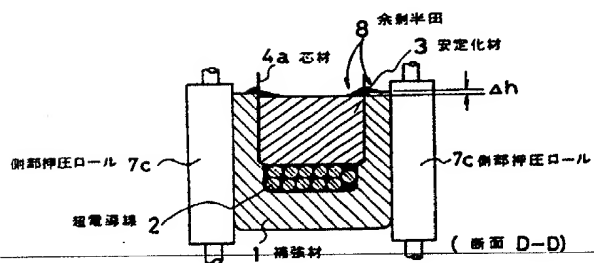
第 6 図



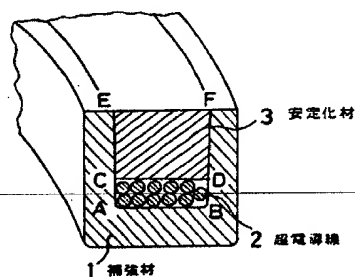
第 9 図



第 11 図



第 10 図



第 12 図